1 98

Untersuchungen über Hemizellulose-Vergärung durch menschlichen Kot.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde in der Medizin und Chirurgie,

welche

mit Genehmigung der hohen Medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

Sonnabend, den 6. August 1910, Mittags 11 Uhr,

öffentlich vortragen wird

Gustav Cramer

approb. Arzt

aus **Grossbreitenbach** Schw.-S.

Halle a. S.
Hofbuchdruckerei von C. A. Kaemmerer & Co.
1910.

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Halle-Wittenberg.

Referent: Prof. Dr. **Ad. Schmidt.**

Roux
z. Z. Dek

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153712_0128

Bis zu dem Jahre 1855 nahm man allgemein an, dass die mit der Nahrung aufgenommene Rohfaser, also auch die in ihr enthaltenen Stoffe: Zellulose und Hemizellulosen, den Körper wieder nutzlos verlasse; man glaubte, dass sie höchstens mechanischen Momenten bei der Verdauung diene, und zwar in der Weise, dass der Darminhalt durch sie aufgelockert und dadurch eine Verstopfung verhindert werde. 1855 machte Haubner (1) als erster die Beobachtung, dass beim Rinde von der mit dem Futter eingeführten Rohfaser nur ein Bruchteil wieder im Kote erschien. Da nunmehr angenommen werden musste, dass die fehlende Rohfaser der Verdauung anheimgefallen sei, begann man sich eingehender mit diesem Problem zu beschäftigen und suchte in eifriger Forschung festzustellen, ob und welchen Nährwert die Rohfaser besitzt.

Dass die Herbivoren Zellulose verdauen, und dass diese einen gewissen Nährwert besitzt, ist heute eine gesicherte Tatsache. Ehe man aber zu diesem Resultat kam, standen sich die Ansichten der einzelnen Forscher schroff gegenüber.

Ich gebe im Folgenden einen kurzen Überblick über die Entwicklung dieser Frage, indem ich mich zumeist an die Ausführungen von Lohrisch (2, 3) halte.

Henneberg und Stohmann (4, 5) fanden bei Untersuchungen am Rinde ganz wie Haubner, dass ein Teil der eingeführten Rohfaser nicht wieder im Kote aufzufinden war. Sie nahmen an, dass der Nährwert der verdauten Rohfaser gleich dem der Stärke sei, und dass sie, wie diese, Eiweiss sparen könne.

Kühn, Aronstein und Schulze (6) gelangten zu denselben Resultaten, und so galt es zunächst als sicher, dass Zellulose mit den übrigen Kohlehydraten, besonders der Stärke, hinsichtlich ihres Nährwertes auf gleiche Stufe zu setzen sei.

Dem widersprach aber Zuntz (7) mit der Begründung, dass die Zellulose nicht wie die Stärke durch die Verdauungssäfte gelöst werde, dass man ihre Spaltungsprodukte bisher nicht kenne und deshalb auch gar nicht wissen könne, was aus ihr bei der Verdauung würde. Er sowohl wie Tappeiner (8) nahmen an, dass die Zellulose ausschliesslich durch bakterielle Zersetzungsvorgänge im Darme gespalten wird, dass sie also nicht über die Stufe eines einfacheren Kohlehydrates abgebaut wird. Nach Tappeiner würde dabei von dem Wärmewert der zersetzten Zellulose nur wenig mehr als die Hälfte und zwar in Form von Essigsäure und Buttersäure dem Körper zu gute kommen. Dies ist aber viel zu niedrig gegriffen und durch spätere Untersuchungen, die bei dieser Berechnung auf 66—75% kommen (Henneberg und Stohmann (9) und Lohrisch (2)), einwandfrei widerlegt worden.

In Übereinstimmung mit Henneberg und Stohmann fand von Knieriem (10) bei seinen Untersuchungen am Kaninchen, „dass die Rohfaser nicht ohne weiteren Nutzen für den Organismus gelöst wird, sondern dass sie ebenfalls wie die übrigen Kohlehydrate als Nährstoff eine wichtige Rolle spielt", und in weiteren Versuchen, „dass die Zellulose bezüglich der Ersparung von Eiweiss mehr, bezw. der Ersparung von Fett weniger leistet als die gleiche Menge Rohzucker".

Weiske (11), welcher an Hammeln arbeitete, ficht diese Resultate an und kommt zu dem Resultat, „dass den bisherigen Annahmen entgegen die Zellulose keine dem Stärkemehl und anderen verdaulichen Kohlehydraten analoge eiweissparende Wirkung besitzt.

Auch E. v. Wolff (12) bestreitet den Nährwert der Zellulose und kommt zu folgendem Schluss: „Die verdaute Rohfaser, mag dieselbe dem Rauh- oder Kraftfutter angehören, hat für die Ernährung des Pferdes anscheinend gar keinen Zweck, weder für die Erhaltung des Tieres bei völliger Ruhe im Stalle, noch auch für seine Leistungsfähigkeit bei der Arbeit.

Lehmann (13) wiederum fand an Hammeln, dass die eiweisssparende Wirkung gleicher Gewichtsmengen N-freier Extraktstoffe und Rohfaser sich wie 100 : 61 verhält. Holdefleiss (14) bestimmte an Hammeln für Zellulose einen Nährwert, der sich zu den stickstofffreien Extraktstoffen verhält, wie 80 : 100.

Einwandfrei haben endlich die Untersuchungen von Kellner (15) am Respirationsapparat den Beweis erbracht, „dass Zellulose einen Nährwert besitzt, dass Rohfaser in nicht geringerem Umfang Fett zu erzeugen vermag als Stärkemehl, und dass an der Fähigkeit der Rohfaser, Eiweiss zu sparen, nicht mehr zu zweifeln ist, ja dass man sogar hinsichtlich der eiweisssparenden Wirkung dem Stärkemehl kaum eine Überlegenheit über die Zellulose zuerkennen kann". Lohrisch (2) kommt deshalb in seiner zusammenfassenden Abhandlung zu dem Schluss: „Damit ist die Zellulose ein den übrigen Kohlehydraten gleichartiges Nahrungsmittel".

Die von Lohrisch (2) mit der von ihm und Simon ausgearbeiteten neuen Zellulosebestimmungsmethode am Hunde ausgeführten Untersuchungen hatten im Gegensatz zu früheren Anschauungen ergeben, dass auch Carnivoren im stande sind, Zellulose zu verdauen. Dieser Ansicht treten aber Scheunert und Lötsch (16) entgegen mit der Begründung, dass Lohrischs Resultate auf Fehlern seiner Methode beruhen. Derartige Fehler haften aber allen Zellulosebestimmungen an, denn der chemische Begriff „Zellulose" und „Hemizellulose" ist kein fest umschriebener. Beide lassen sich nicht in eine chemische Formel bringen; es handelt sich eben um Stoffe, die bei mehr oder weniger eingreifen-

den chemischen Prozeduren verschieden grosse Ausbeute liefern. Jedenfalls kann man, auch wenn die Hundeversuche ausfallen müssen, den übrigen mittels der Simon-Lohrisch-schen Methode gewonnenen Ergebnisse, die grösstenteils auf gut übereinstimmenden Doppelversuchen beruhen, ihre Beweiskraft nicht absprechen.

Schnecken (Helix pomatia) und Flusskrebse können Zellulose verdauen, wie Biedermann und Moritz (17) gezeigt haben, während Schmetterlingsraupen es nicht können (Lohrisch (2)).

Dass auch der Mensch nicht geringe Quantitäten Zellulose und in noch höherem Masse Hemizellulose verdauen kann, ist ebenfalls zweifellos festgestellt.

Weiske (18) konstatierte zuerst die Zelluloseverdauung beim Menschen und fand bei Genuss von Möhren, Sellerie und Kohl einmal eine Ausnutzung von 67,7 %, das andere Mal von 47,3 %.

v. Knieriem (10) fand für gekochte Schwarzwurzel eine Ausnutzung von 4,4 %, für Kopfsalat von 25,32 %. Lohrisch (2) fand, dass Linsenzellulose zu 45 %, Kohlrabizellulose zu 79,1 %, Zellulose von Weisskraut sogar bis zu 100 % ausgenutzt wurde. Die Ausnutzung der Zellulose bei verschiedenen Darm- und Magenerkrankungen ergab folgende Mittelwerte:

Zelluloseausnutzung in %:

Normale	57,9
Chron. habituelle Obstipation	81,4
Gärungsdyspepsie	37,8
Gastrogene Diarrhoe	29,5
Fettstuhl bei Ikterus	27,8
Fettstuhl bei Pankreaserkrankung	20,9

Ad. Schmidt und Lohrisch (19) fanden ferner, dass 100 g Zellulose bei Diabetikern 29 g Fett ersetzen können.

Da Lohrisch (3) für die Hemizellulosen dasselbe Verhalten bei der Verdauung gefunden hat wie für die Zellulose, und da Zellulose und Hemizellulosen auch in ihrem sonstigen chemischen Verhalten zahlreiche Analogien zeigen, so glaubt er berechtigt zu sein, die sich aus den Zelluloseversuchen ergebende Folgerung bezüglich des Verdauungsvorganges auch auf die Hemizellulosen übertragen zu können. Er kommt deshalb zu folgendem Ergebnis: „Der Mensch verdaut unter normalen Verhältnissen durchschnittlich 50% der zugeführten Zellulose und Hemizellulosen. Personen mit chronisch habitueller Obstipation verdauen 70—80%. Es gelingt beim Menschen ungleich grössere Mengen Hemizellulosen zur Verdauung zu bringen als Zellulose."

Wenn nun auch aus allen diesen Untersuchungen einwandfrei hervorgeht, dass Zellulose und Hemizellulosen verdaut und im Stoffhaushalt verwertet werden, so herrschen doch noch über die Art und Weise, wie der Abbau dieser Stoffe im Darme vor sich geht, die widersprechensten Ansichten.

Henneberg und Stohmann (4) nahmen als das Nächstliegende an, dass die Rohfaser ebenso wie die übrigen Nahrungsbestandteile durch spezielle ungeformte Fermente gelöst und resorbiert würden.

Auch Kühn, Aronstein und Schulze (6) und später Ellenberger (20) stellten sich auf diesen Standpunkt.

Nun hat man zwar bei niederen Tieren (Schnecken usw.) und in Pflanzen Cytasen gefunden, aber sie fehlen bei den Wiederkäuern, die doch so reichlich Zellulose verdauen, in den Extrakten und Sekreten der Verdauungsorgane und Schleimhäute vollkommen, jedenfalls ist es trotz mannigfacher Versuche noch nicht geglückt, eine Cytase zu isolieren.

Auch Lohrisch (3) konnte bei Anwendung von reiner Zellulose mit Organsäften niemals Lösung finden. Hier seine Zahlen:

	angewendete Zellulose	Zurückgewogene Zellulose
Schweinspankreassaft	0,415	0,449
	0,529	0,533
Schweinspankreasextrakt (mit Sodalösung extrahiert)	0,480	0,501
	0,533	0,575
Pankreuspressaft und Darmschleimhautpressaft (Schwein) zu gleichen Teilen .	0,239	0,245
	0,822	0,832

Reichliche Lösung von Zellulose und Hemizellulosen hat man bisher nur in der natürlichen Coecalflüssigkeit von Pferden feststellen können, aber es ist nie geglückt, ausserhalb des lebenden Organismus mehr als geringe Spuren davon zur Lösung zu bringen, während in vivo geradezu kolossale Quantitäten innerhalb 24 Std. im Blinddarm des Pferdes verschwinden. v. Hofmeister (20) und Holdefleiss (14), die sich besonders damit beschäftigt haben, konnten aus diesem Coecalinhalt keine Cytase gewinnen. Sie neigen aber trotzdem zu der Ansicht, dass es Enzyme sind, welche die Lösung bedingen.

Scheunert (21) dagegen, welcher diese Versuche ebenfalls mit negativen Resultat wieder aufnahm, leugnet direkt das Vorkommen von Cytasen bei höheren Tieren.

Im Gegensatz zu Stohmann und Henneberg nahmen Zuntz (7) und besonders Tappeiner (8) eine rein bakterielle Zersetzung der Zellulose an. Nach Tappeiner soll die Zellulosesumpfgasgärung der einzige Prozess sein, durch welchen die Zellulose im Verdauungskanal der Wiederkäuer gelöst, resp. verdaut wird, und er will deshalb die Zellulose nicht mehr zu den assimilierbaren Kohlehydraten gezählt wissen. Damit würde der Nährwert der Zellulose ganz beträchtlich sinken. Durch die oben erwähnten Versuche ist aber festgestellt, dass bei Zellulosefütterung ein viel grösserer Nutzeffekt erzielt wird, als nach der Tappeinerschen Theorie

erwartet werden kann, dass insbesondere Zellulose auch Fett und Eiweiss sparen kann, was bei ausschliesslich bakterieller Zersetzung unmöglich ist. Auch bleibt es eine auffallende Tatsache, dass der Vorgang der bakteriellen Zellulosezersetzung ausserhalb des Organismus bisher noch niemals in einem einigermassen den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Umfange hat nachgemacht werden können. Eine gewisse Stütze erfährt übrigens die Tappeinersche Theorie durch die bereits erwähnten Scheunertschen Versuche am Coecalinhalt der Herbivoren. Er fand (cit. nach Lohrisch (2)), dass die zelluloselösende Eigenschaft des Blinddarminhaltes vom Pferd, Schwein und Kaninchen durch Filtrieren der Flüssigkeit durch Berkefeldfilter oder feinstes Filtrierpapier ganz erheblich leidet, und zwar in dem Masse, wie die Flüssigkeit bakterienärmer wird, also am stärksten in den Berkefeldfiltraten. Einige Zahlen mögen dies erläutern:

Zellulose gelöst in % beim	Kolat	Filtrat durch feinstes Filtrierpapier	Berkefeld-filtrat
Pferd	25,3	10,3	8,5
Schwein . . .	14,6	8,8	—
Kaninchen . . .	16,5	7,9	—

Gegen diese Versuche könnte man immerhin einwenden, dass, wie Holdefleiss (14) festgestellt und Lohrisch (2) bestätigt hat, die lange Einwirkung der Luft auf die Flüssigkeit beim Filtrieren die Energie der Enzyme schädigt, sodass sie nicht mehr so intensiv wirken können, als wenn sie nur kurz mit Luft in Berührung gekommen sind.

Omeliansky (22) ist es gelungen, zwei Bakterien zu züchten, die Zellulose zu lösen vermögen. Er fand sie im Flusschlamm und in frischem Pferdemist. Aber auch diese Untersuchungen können nicht die Tappeinersche Theorie beweisen, denn wie Ackersmit (23), der die Bakterien aus

Heu züchten konnte, nachgewiesen hat, sind sie im Darmkanal des Rindes zwar vereinzelt vorhanden, aber nicht vermehrungsfähig, sodass sie kaum für die Zelluloseverdauung der Herbivoren in Betracht kommen können. Ausserdem sagt schon Omeliansky selbst, dass die mit ihnen erzeugte Gärung nur eine geringe ist. Dasselbe fanden auch v. Hoesslin und Lesser (24), die aber bei mannigfacher Variierung der Experimente Gärung und Zelluloselösung nicht von einander trennen konnten und deshalb zu der Ansicht kamen, dass ohne Bakterien eine Zelluloseverdauung unmöglich ist.

Lohrisch (3) lässt nach seinen Untersuchungen die Entscheidung der Frage offen, ob bei der Lösung der Zellulose im Coecalinhalt die Bakterien oder Enzyme wirksam sind. Nach ihm ist man nach den Hofmeisterschen Versuchen ebensowenig berechtigt, eine bakterielle Zelluloselösung auszuschliessen, als nach den Scheunertschen Untersuchungen die Frage definitiv im Sinne rein bakterieller Lösung zu entscheiden. Dass die Zellulose nicht ausschliesslich vergoren wird, dafür sprechen seine Versuche am Menschen. Er fand, wie schon bemerkt, dass bei chronisch habitueller Obstipation, bei der der Bakteriengehalt der Faeces sehr gering ist, die Ausnutzung der Zellulose gesteigert ist, und dass umgekehrt bei Gärungsdyspepsie, wo der Kot massenhaft Bakterien enthält, die Ausnutzung der Zellulose vermindert ist. Auch der Befund, dass beim Diabetiker eine Vermehrung der Zellulosemenge in der Kost eine Steigerung der Acetonbildung nicht zur Folge hat, spricht ihm dafür, dass Zellulose nicht ausschliesslich vergoren wird. Seine Anschauungen über diesen Punkt fasst er in der bereits mehrfach zitierten Arbeit in folgenden Sätzen zusammen: „Die Verdauung der Hemizellulosen und der Zellulose erfolgt beim Menschen in derselben Weise, wie die der Stärke. Die genannten Substanzen werden im Darm in ihre entsprechenden Zucker überführt. Ihre Umwandlung und Resorbtion erfolgt wesentlich langsamer, als die der Stärke.

Die resorbierten Mengen werden im menschlichen Organismus vollständig verbrannt. Dabei wird Eiweiss und Fett vor der Verbrennung geschützt. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass Zellulose und Hemizellulosen Glykogen bilden würden, wenn es gelänge, sie im Überschuss zur Resorbtion zu bringen. Aufspaltung der Zellulose und der Hemizellulosen in flüchtige Fettsäuren erfolgt im Dünndarm nicht. Möglicherweise wird aber ein kleiner Teil des nicht resorbierten Materials im Dickdarm in flüchtige Fettsäuren zerlegt und als solche resorbiert.“ Zieht man die Summe aus allen bisher besprochenen Ergebnissen, so muss man sagen, dass die beste Erklärungsmöglichkeit die ist, dass Bakterien und Enzyme zusammen wirken müssen, um die Zellulose anzugreifen und zur Verdauung vorzubereiten.

Herr Prof. Ad. Schmidt hat schon seit einer Reihe von Jahren diese Ansicht vertreten, wenn auch nicht des öfteren im Druck niedergelegt.

Auf seine Veranlassung habe ich, um die Frage von einer anderen Seite anzugreifen, Kotgärungsversuche mit einem hemizellulosehaltigen, zuckerfreien Nährboden angestellt.

Hemizellulosen sind, wie schon betont, kein fest umschriebener chemischer Begriff, sondern ein Gemisch von verschiedenen Kohlehydraten, die sich wie die Zellulose in der Rohfaser der Pflanzen vorfinden. Lohrisch (3) charakterisiert sie folgendermassen: „Hemizellulosen unterscheiden sich von der Zellulose zwar nur in wenigen, aber doch so charakteristischen Punkten, dass man auf Grund dieser Unterschiede sehr wohl eine scharfe Trennung zwischen Hemizellulosen und Zellulose vornehmen kann. Am geeignetsten erscheint noch immer der Vorschlag von Schulze, die Zellwandbestandteile, die sich in heissen verdünnten Mineralsäuren nicht lösen, sich andererseits aber in konzentrierten Säuren lösen und dabei Dextrose, resp. Mannose liefern, zur Zellulose zu rechnen; Hemizellulosen aber die Zellwandbestandteile zu nennen, die in verdünnten Säuren löslich

sind und dabei verschiedene Zuckerarten, aber nicht oder fast nie Dextrose liefern. Chemisch stellt die Zellulose nach Schulze ein Anhydrit der Dextrose dar, die Hemizellulosen polymere Anhydrite der übrigen Zuckerarten."

Als Material zu meinem Nährboden wurde das von der chemischen Fabrik Helfenberg bei Dresden hergestellte Hemizellulosenpräparat „Diazellose" verwendet, dessen Herstellungsweise von der Fabrik geheim gehalten wird, und welches schon in kaltem Wasser löslich ist und bleibt. Zum Unterschied von dem „gewöhnlichen" Agar schlägt Lohrisch vor, dieses Präparat als „löslichen" Agar zu bezeichnen. Lohrisch (3) hat den „löslichen" Agar analysiert und fand folgende Eigenschaften: „Das Präparat ist ein hellgelbes, trockenes Pulver von neutraler Reaktion, welches sich in kaltem Wasser sehr leicht zu einer braunen, klebrigen Flüssigkeit auflöst, die nach Malz riecht. Das Präparat ist nicht ganz zuckerfrei; man erhält aus der kalten, wässrigen Lösung nach Kochen mit Fehlingscher Lösung mittels der Kupferrhodanürmethode 3,4—4,1 % Zucker. Lässt man die wässerige Lösung 18 Std. bei 37° C stehen, so geht mehr Agar in Zucker über, man erhält dann in der erwähnten Weise 16,9—20,4 % Zucker. Nach Kochen des Agars mit Wasser 1 ½ Std. lang liefert er 13,9—16,02 % Zucker. Bei der Hydrolyse mit 2 %iger Salzsäure 1 ½ Std. lang erhält man aus dem Agar (Trockensubstanz) durchschnittlich 67,8 % Zucker (Mittelwert von 3 verschiedenen Bestimmungen: 68,3 %, 68,8 %, 66,3 %). Stickstoff und Zellulose enthält der „lösliche" Agar nicht.

Im Einzelnen verhält sich die wässerige und salzsaure Lösung des „löslichen" Agars folgendermassen:

	I. Wässerige Agarlösung	II. Schwefelsaure Agarlösung (mit 5% H_2SO_4 $1^1/_2$ Std. gekocht)	III. Schwefelsaure Agarlösung mit Hefe 24 Std. im Brutschrank
Trommer	undeutliche, lehmfarbige, schmutzige Braunfärbung	stark positiv mit Bildung reichlich ziegelroten Cu-oxyduls	wie bei I.
Nylander	nach langem Kochen Schwarzfärbung	sehr schnell eintretende Schwarzfärbung	wie bei I.
Polarisation	geringe Linksdrehung,	starke Rechtsdrehung	wie bei I.
Hefe	kein Gas	reichliche Gasbildung	wie bei I.
Pentosenreaktion	—	—	—
Laevulosenreaktion	—	—	—

Da der gebildete Zucker durch die früheren Untersuchungen als Galaktose gekennzeichnet ist, konnte von diesbezüglichen Untersuchungen Abstand genommen werden. Die geringe Linksdrehung scheint darauf zu deuten, dass im Agar eine geringe Menge Pentosan vorhanden ist. Tollens (25) fand im Agar 1,66% Pentosan."

Wie aus dieser Analyse hervorgeht, ist also die Diazellose nicht zuckerfrei, und in der Hitze spaltet sich von ihr dauernd noch mehr Zucker ab. Um die Möglichkeit, dass der vergorene Zucker eine Hemizellulosengärung vortäuscht, auszuschalten, musste der Nährboden zunächst zuckerfrei gemacht werden. Dies erwies sich aber als ein sehr schwieriges Problem. Nach einer längeren Versuchsreihe gelang es Stehr, einem früheren Assistenten von Herrn Prof. Ad. Schmidt, dasselbe durch vorausgehende Impfung mit Bakterium coli zu lösen. Seine mir zur Publikation übergebenen Notizen besagen darüber folgendes: Die Dialyse versagt völlig bei der Aufgabe, die Hemizelluloselösung zu

entzuckern. Der Zucker war also nur auf dem Wege der Vergärung zu entfernen. Es stellte sich heraus, dass Bakterium coli um so schlechter wuchs, und also seine Aufgabe der Entzuckerung nicht erfüllte, je konzentrierter die Lösung an Hemizellulose war. In 2% Lösung wuchs Bakterium coli gut. Nach ca. 15 Std. Wachstum bei 37° war in dem Normalnährboden + 2% Hemizellulose sämtlicher Zucker vergoren.

Die Normallösung besteht aus:

5 g Pepton,
5 g Fleischextrakt,
5 g Kochsalz,
etwas Lakmus,
ad 1000 g Aq. dest.

Die Abtötung der Colibakterien, wie Sterilisation der Nährlösung überhaupt, erfolgte durch Zusatz von H_2SO_4, bis die Lösung 1%ig ist. Darauf wird zweckmässig noch etwas Lakmus (Tinct. Lakm.) zugesetzt und schliesslich je 7 ccm in gebogene, sterile Röhrchen abgefüllt.

Bei dem ganzen Verfahren musste Hitzesterilisation vermieden werden, weil dadurch immer wieder von neuem Zucker entsteht. Auf feste Nährböden musste ebenfalls verzichtet werden, weil Agar erst bei dem Grade der Erwärmung sterilisiert werden kann, bei dem aus Hemizellulose schon Zucker entsteht. Gelatine kommt nicht in Betracht, weil sie bei der später nötigen Brutschranktemperatur schon flüssig ist.

Kurz vor Gebrauch ist der durch den H_2SO_4-Zusatz steril gehaltene Inhalt jedes Röhrchens mit Kalkmilch vorsichtig (Titrirpipette) zu neutralisieren. Man braucht etwa 1,2 ccm (je nach der Konzentration der Kalkmilch verschieden). Die rote Farbe des sauren Nährbodens wird graugrün. Prüfung der Reaktion mittels ausgeglühter Platinöse auf Azolytminpapier. Es fällt Gips aus, der für den Nährboden unschädlich ist.

[Modifikation: Man kann auch folgendermassen neutralisieren: bei 7 ccm Röhrcheninhalt Zusatz von 0,8 ccm einer 10% NaOH-lösung und dazu ein Überschuss Kreide (eine Messerspitze). Die Neutralisation ist aber nur dann zu benutzen, wenn die Bildung einer stärkeren Säure als CO_2 bei den Versuchen ausgeschlossen ist, weil sonst aus der Kreide CO_2 gebildet wird und das Resultat trübt.] Was den Nachweis der völligen Entzuckerung betrifft, so geschieht er am besten mittels Polarisation, doch muss dazu nach Stehr der Nährboden mit Kieselgur und Plumb. acetic. geklärt werden. Wie ich später fand, erzielt man für die Polarisation eine noch grössere Klarheit des Nährbodens, wenn man denselben zuerst mit Plumb. acetic. schüttelt, dann das Plumb. acetic. mit schwefelsaurem Natron wieder ausfällt, die Lösung abfiltriert, dann noch mit Carbo carnis ca. 5 Min. lang schüttelt und wieder filtriert. Es wurden zur Polarisation 100 ccm Hemizellulosenährboden mit 12 ccm Plumb. acetic. versetzt und geschüttelt. Von dieser Mischung wurden 28 ccm mit 10 ccm $NaSO_6$ versetzt, geschüttelt und filtriert. Das Filtrat wurde darauf mit 1—2 Messerspitzen voll Carbo carnis ca. 5 Min. lang geschüttelt und wieder abfiltriert. Ganz klar bekommt man die Lösung überhaupt nicht, aber die hellgelbe Farbe, die erzielt wird, lässt das Polarisationslicht gut durchfallen und bietet kein Hindernis für dieselbe.

Bei späteren Herstellungen des Nährbodens fand ich ferner, dass 15 Std. Colikultur zur völligen Vergärung des Zuckers meist nicht ausreichten. Ich musste mehrmals 24 Std. und einmal sogar 36 Std. gären lassen, bis die Lösung zuckerfrei war. Ich neige dazu, anzunehmen, dass diese Unterschiede durch die verschiedenen benutzten Colistämme und deren grössere resp. geringere Energie zu erklären ist.

Zur Entzuckerung von 1000 ccm Nährlösung genügte die Aufschwemmung von 2 Schrägagarkulturen von Colibazillen mit je 2 ccm physiologischer Kochsalzlösung. Die

Gärung setzte sehr bald ein, nachdem die Lösung in den Brutschrank gesetzt war, war dann sehr intensiv und nahm zum Schluss wieder ab.

Indem ich nunmehr zu den eigentlichen Versuchen übergehe, will ich nur die summarischen Ergebnisse derselben, nicht die Einzelresultate aufführen.

In einer ersten Versuchsreihe sollte zunächst ein allgemeines Urteil darüber gewonnen werden, ob überhaupt die Hemizellulose durch die menschlichen Faeces angegriffen wird.

Nachdem die mit Nährboden gefüllten Gärungsröhrchen in der oben beschriebenen Weise neutralisiert waren — ich benutzte immer die Neutralisation mit Kalkmilch —, wurde von möglichst frischen Stühlen eine kleine, nicht genau gemessene Portion mit steriler Platinöse eingeimpft, meist einige Ösen voll, oder auch 1 ccm und mehr. Weil der bei der Neutralisation ausfallende Gips sich in den U-förmig gebogenen Röhrchen, deren langer, offener Schenkel ca. 15 cm, und deren kurzer Schenkel ca. 6—7 cm lang und geschlossen ist, unten absetzt, wurden die Röhrchen umgeschwenkt, um eine möglichst gleichmässige Verteilung der Faeces im Nährboden zu erhalten. Der Gips hatte insofern einen Einfluss auf die Gärung, als bei ungenügendem Umschwenken die Gärung zuweilen in dem langen offenen Schenkel schon in vollem Gange war, während in dem kurzen geschlossenen Schenkel sich noch keine Gärung zeigte. Die Gärung trat dann in diesem zeitlich 6 12—24 Std. später auf. Die mit sterilem Wattebausch verschlossenen geimpften Röhrchen wurden im Brutschrank unter 37° C. gehalten. Die Gärung trat manchmal schon nach 6 Std. auf, öfters nach 12 Std., meistens aber erst nach 24 Std., zuweilen auch erst nach 2—4×24 Std. und dauerte im Durchschnitt 12—24 Std. Gleichzeitig wurde immer ein Kontrollröhrchen geimpft, welches nur die Normallösung des Nährbodens, also ohne Hemizellulose, enthielt.

Es wurden normale Stühle, dann aber auch solche von Patienten mit Magen- und Darmkrankheiten benutzt. Aus ca. 75 in dieser Weise angestellten Versuchen ergab sich folgendes Resultat:

Zunächst konnte festgestellt werden, dass Gärung in den Hemizelluloseröhrchen ziemlich oft eintrat. Dass das Gas von einer Zersetzung der Hemizellulose herrührte, ergab die angestellte Gasanalyse; das Gas enthielt neben CO_2, CH_4.

Ferner fand ich, dass die Hemizellulose von breiigen Stühlen am häufigsten und stärksten angegriffen wurde. Weniger angegriffen wurde sie von normalen und Obstipationsstühlen; am wenigsten, meist garnicht, von diarrhoischen Stühlen. Unter 12 Fällen mit diarrhoischem Stuhle trat nur zweimal Gärung ein, einmal bei cirrhosis hepatis, das andere Mal bei Brechdurchfall. Bei letzterem Falle ist interessant, dass bei dem ersten Versuch keine Gärung auftrat, bei einem zweiten, einige Tage später, starke Gärung. Als starke Gärung bezeichne ich diejenigen Fälle, wo mehr als die Hälfte des geschlossenen Schenkels, der ungefähr 5 ccm fasst, Gas gebildet wurde.

Die Kontrollröhrchen ergaben niemals Gärung. Die ausgegornen Röhrchen zeigten immer saure Reaktion. Die bei der Impfung graugrüne Farbe des Nährbodens wurde während der Gärung aus unbekannten Gründen schmutzig strohgelb, und der Nährboden selbst verbreitete immer einen sehr intensiven üblen Geruch. Auch bei den Röhrchen, die nicht gärten, wurde oft Farbenveränderung wahrgenommen, der Nährboden blieb klar und hatte eine ganz hellgelbe Farbe.

Dass irgend eine Krankheit des Magendarmkanals oder sonst eine Krankheit die Gärung in einer bestimmten Richtung beeinflusst hätte, dafür gaben die Versuche keine Anhaltspunkte.

Einige Beispiele mögen dies charakterisieren:

Von 6 Fällen Ulcus ventriculi ergaben 3 mittlere bis starke, 3 keine Gärung.

Von 7 Fällen Achylia gastrica ergaben 2 keine, 3 mittlere, 1 starke Gärung.

Von 5 Fällen Enteritis acuta ergaben 4 keine, 1 geringe Gärung.

Bei Gärungsdyspepsie erhielt ich bei einem Patienten 1 mal keine, 2 mal mittlere, 2 mal starke Gärung.

Ferner erhielt ich:

bei chronisch habitueller Obstipation 1 mal keine, 1 mal geringe Gärung,
bei Ischias 3 mal geringe bis mittlere Gärung,
bei Nephritis 1 mal starke, 1 mal keine Gärung,
bei Carcinoma ventriculi 2 mal keine Gärung,
bei Dickdarmkatarrh keine Gärung,
bei Diabetes mellitus 2 mal keine Gärung,
bei Leukaemie und perniciöser Anaemie keine Gärung,
bei Darmtuberkulose keine Gärung,
bei bazillaerer Dysenterie (Kruse-Shiga) geringe Gärung,
bei Amoebendysenterie keine Gärung.

Bei allen diesen Versuchen wurde besonders auch auf den Reichtum des Stuhles an sogenannten „Jodpilzen“ (26) geachtet. Da sie immer häufig bei weich-breiigen und diarrhoischen Stühlen zu finden sind, vermutete ich, dass sie eventuell eine Einwirkung auf die Hemizelluloseverdauung haben könnten. Unter Jodpilzen versteht man jene Bakterienformen, die sich, worauf Nothnagel (27) zuerst 1884 aufmerksam gemacht hat, mit Jodlösung blau färben. Nothnagel unterschied 3 Formen: 1. die Stäbchen- und Bazillenform, 2. die Ei- oder Elipsenform, 3. die Spindel- oder Zitronenform.

Kemp (28) konnte aus Gärungsstühlen den Granulobazillus saccharobutyricus 3 mal rein züchten und identifizierte ihn mit dem von Grassberger und Schattenfroh (29) beschriebenen Bazillus granulobutyricus mobilis. Die Granulobakterien werden als eine Involutionsform angesehen, weil nämlich die Granulosebildung nur unter bestimmten Bedingungen einsetzt. Solange die Bakterien lebenskräftig sind, bauen sie das Kohlehydrat ab und speichern keine

Granulose auf; das geschieht erst, wenn die Vitalität nachlässt.

Auf diese Jodbakterien hin, die ich in den verschiedenen geschilderten Formen in den meisten Stühlen, auch in Obstipationsstühlen, im frischen Präparate sah, wurden alle Stühle vor der Impfung der Röhrchen untersucht. Ich färbte mit Lugolscher Lösung: Jodi 2,0, Kal. jodat. 4,0, Aq. dest. ad 50,0.

Ich konnte nun die Beobachtung machen, dass Gärung und Vorkommen dieser Bakterien nicht parallel gingen.

Es fiel im Gegenteil auf, dass diejenigen Stühle, in denen viele Jodpilze gefunden wurden, wenig oder meist gar keine Gärung veranlassten, hingegen die, in denen sie fehlten, starke. Ausnahmen hiervon fand ich allerdings; sodass z. B. ein Stuhl mit reichlichem Gehalt an Jodpilzen auch starke Gärung veranlasste. Bemerkenswert ist ferner, dass einmal nach Hemizellulosefütterung das mikroskopische Bild des Stuhles, bei dem vorher wenig Jodpilze festgestellt waren, vollständig von Jodpilzen beherrscht wurde, dass aber mit diesem Stuhl keine Gärung auftrat.

Obwohl oft die Stühle reich an Jodpilzen waren, konnten diese doch in den vergorenen Röhrchen niemals wiedergefunden werden. Auch Züchtungsversuche verliefen erfolglos.

Während sonst alle Versuche, aus den vergorenen Röhrchen ein Bakterium rein zu züchten, welches die Hemizellulosegärung verursachen könnte, misslangen, konnte ich einmal ein Stäbchen anaërob züchten, mit welchem ich in 2 Röhrchen geringe Gärung erhielt. Das Stäbchen hatte eine kurze, dicke, plumpe Gestalt, war an dem einen Ende etwas dicker, die Ecken waren scharf, und es trug eine nicht ganz endständige Spore. Zuweilen hingen 2 Stäbchen mit den Enden zusammen, auch längere Exemplare kamen vor. Im hängenden Tropfen waren sie teils beweglich, teils unbeweglich. Mit Jod konnten sie nicht blau gefärbt werden; aërob wuchsen sie nicht. Näher wurden sie nicht bestimmt.

Da ich jedoch die Gärung in weiteren Versuchen mit diesem Stamme nicht wiederholen konnte, und die Gärung immer nur gering war, glaube ich nicht, dass die bei Kotimpfungen auftretende Gärung durch dieses Bakterium veranlasst wird.

Aus den vergorenen Röhrchen wuchs Coli stets sehr reichlich, daneben meist Staphylococcus albus und citreus und einige nicht näher bestimmte aërobe und anaërobe Stäbchen und Coccen. Mit allen diesen Bakterien konnte ich, wie gesagt, bei Impfungen auf den Nährboden keine Gärung hervorrufen.

Aus dieser ersten Versuchsreihe geht also hervor, dass Hemizellulose vom Kote angegriffen wird.

Nach Abschluss dieser mehr orientierenden Versuche wurden in einer zweiten Reihe nun solche angestellt, welche zeigen sollten, ob Bakterien oder Enzyme, oder beide zusammen die Hemizellulosegärung veranlassen.

Ich ging dabei von der Überlegung aus, dass, wenn Bakterien allein die Gärung verursachen, unbedingt auch Gärung eintreten muss, wenn man statt mehrerer Ösen nur eine Spur Faeces überimpft.

Mit dieser Spur Faeces werden ja auch alle Arten Kotbakterien übertragen, denn es ist wohl nicht anzunehmen, dass bei den zahlreich angestellten Versuchen nun immer die speziellen Gärungserreger zufällig nicht mit übertragen worden sind.

Ich impfte also die Röhrchen in der oben beschriebenen Weise nur mit einer kleinen, höchstens zwei kleinen Ösen Stuhl. Es zeigte sich, dass hierbei niemals, auch wenn ich die Röhrchen Tage und Wochen lang im Brutschrank stehen liess, Gärung auftrat. Den Vorwurf, den man machen könnte, dass die Bakterien in dem Nährboden keine günstigen Lebensbedingungen fanden und deshalb nicht energisch wirken konnten, glaube ich zurückweisen zu können, denn ich fand in allen Versuchen sehr lebhaftes Wachstum der Bakterien.

Aus dieser Versuchsreihe kann man folgern, dass es die Kotbakterien allein nicht sein können, welche die Gärung machen. Die Untersuchungen von v. Hösslin und Lesser waren mir zur Zeit der Anstellung meiner Versuche noch nicht bekannt, sodass es unterbleiben musste, die Versuche auch mit Impfungen aus dem Coecalinhalt des Pferdes anzustellen.

Vielleicht sind es also doch Enzyme, welche die Hemizellulose vergären?

Ich stellte, um dies zu entscheiden, Impfversuche mit Pankreatin und Dünndarmextrakt und mit Stuhl, der mit Thymol behandelt war, an. Vom Pankreatin wurden 0,2 und 0,5 g, von dem Dünndarmextrakt 1 ccm dem Röhrchen zugesetzt. Der Stuhl wurde erst 24 Stunden lang mit Thymol behandelt, wodurch die Bakterien abgetötet werden, die Enzyme aber unangegriffen bleiben, und dann der Nährboden mit 1 ccm davon beschickt. Alle so geimpften Röhrchen kamen natürlich wieder in den Brutschrank unter 37° C. Die Versuche wurden zur Kontrolle stets doppelt angestellt und öfters wiederholt.

Resultat: Kein einziges Röhrchen zeigte Gärung. Ich nehme nach diesen Versuchen an, dass die Enzyme ebenfalls allein die Hemizellulose nicht angreifen können.

Es blieb nun noch die Möglichkeit übrig, dass Bakterien und Enzyme nötig sind, um die Hemizellulose angreifen zu können. Zur Entscheidung dieser Frage impfte ich zunächst die Röhrchen regelmässig mit 1 ccm Stuhl. Es werden mit diesem 1 ccm Stuhl zwar mehr Kotbakterien übertragen als mit 1 Öse, aber doch kaum andere Arten. Neben den Bakterien kann aber in 1 ccm Stuhl eine genügende Menge des hypothetischen Enzyms vorhanden sein, um die Gärung einzuleiten. Es ist somit eine Bedingung geschaffen, dass sich Bakterien und Enzyme gegenseitig in ihrer Wirkung unterstützen können. Ich fand nun in diesen ebenfalls zahlreichen Versuchen, dass bei den so behandelten Röhrchen bei 11,1% keine, bei 27,8% mittelstarke, bei 61,1% starke

Gärung auftrat. Die Stühle, die keine Gärung gaben, waren alle diarrhoisch, von den Stühlen mit mittelstarker Gärung waren 60% fest, 20% breiig-weich und 20% diarrhoisch; von denen mit starker Gärung waren 90,9% breiig-weich, 9,1% hart.

Gab ich zu dem 1 ccm Stuhl noch Pankreatin 0,2 und 0,5 oder Dünndarmextrakt hinzu, so trat immer starke Gärung auf. Auch dieses Resultat stützt sich auf zahlreiche Parallelversuche.

Aus dieser Versuchsreihe kann man folgern, dass mit dem 1 ccm Stuhl irgend etwas ausser den Kotbakterien überimpft ist, welches die Gärung unterstützt. Ob dieses nun eins der Pankreasfermente, oder ein Dünndarmferment ist, oder ob es sich um eine noch unbekannte Substanz handelt, ist nicht zu sagen. Denn wie wir sahen, tritt meist schon Gärung ein, wenn man 1 ccm Stuhl allein überimpft, doch ist es auffallend, dass, wenn man eins der bekannten Fermente hinzusetzt (Pankreatin, Dünndarmextrakt) die Gärung regelmässiger und stärker auftritt.

Bei den Versuchen mit Pankreatin lief zunächst ein Irrtum unter, indem sich herausstellte, dass das Präparat stets etwas Zucker enthielt. Nach Bekanntwerden dieses Fehlers wurde die aus den mit Stuhl und Pankreatin geimpften Röhrchen erhaltene Gasmenge analysiert, denn es war anzunehmen, dass die Gärung nur aus dem Zucker des Pankreatinpräparates stammte und eine Hemizellulosegärung vortäuschte. Man hätte dann als Gas nur CO_2 finden müssen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass nur ungefähr die Hälfte des Gases CO_2 war, während die andere Hälfte sich als CH_4 erwies. Dies spricht dafür, dass neben der Zuckergärung des Pankreatins auch die Hemizellulose in den fraglichen Versuchen angegriffen worden ist.

Man könnte nun noch einwenden, dass mit dem 1 ccm Stuhl gewisse passive gärfähige Substanzen mit übertragen worden sind (Stärke, Dextrin), die in den Röhrchen vergären und das erthaltene Gas liefern konnten. Eine Hemizellulose-

gärung wäre dann nur vorgetäuscht. Diesen Einwand weise ich mit der Tatsache zurück, dass die aus vergornem Stuhl allein erhaltene Gasmenge in den zu diesem Zweck mit grösseren Portionen angestellten Versuchen stets viel geringer war, als die Gärung aus Stuhl und Nährboden.

Zusammenstellung.

1. Es ist sehr schwer, einen hemizellulosehaltigen, zuckerfreien Nährboden herzustellen.

Das von Stehr ausgearbeitete Verfahren ist geeignet, den Hemizellulosenährboden zu entzuckern und ist brauchbar.

2. Zuckerfreie Hemizellulose („löslicher" Agar) wird von Kotpartikelchen angegriffen und in Gase überführt.

3. Dass pathologische Vorgänge im Magen- und Darmkanal die Verdauung der Hemizellulose in irgend einer bestimmten Richtung beeinflussen, scheint nach meinen Versuchen zweifelhaft zu sein.

4. Die bekannten Enzyme allein sind nicht im Stande die Hemizellulose zu vergären.

5. Unwahrscheinlich ist es auch, dass Kotbakterien, aërobe und anaërobe, allein eine Hemizellulosegärung veranlassen können.

6. Meine Versuche sprechen dafür, dass die Ansicht von Herrn Prof. Ad. Schmidt die richtige ist, nämlich, dass Enzyme und Bakterien zur Hemizellulosegärung nötig sind.

Welche Bakterien und welche Enzyme dies sind, muss unentschieden bleiben, ebenso auch, ob den Enzymen oder den Bakterien der Hauptanteil bei der Vergärung zukommt.

Zum Schluss erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Prof. Ad. Schmidt, für die Überlassung dieser Arbeit und das ihr bewiesene, liebenswürdige Interesse, sowie für die Übernahme des Referates meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Herrn Geheimrat Prof. Fraenkel gestatte ich mir für die Erlaubnis, in seinem Institute zu arbeiten, und Herrn Dr. v. Hösslin und Herrn Dr. Birotte für ihre jederzeit bereitwillige Unterstützung und Herrn Dr. Stehr für die gütige Überlassung der Publikation seines Verfahrens zur Hemizelluloseentzuckerung ergebenst zu danken.

Literatur.

1. Haubner, Journal für Landwirtschaft 1855.
2. Lohrisch, Über die Verdauung und Verwertung der Rohfaser und Zellulose im tierischen und menschlichen Organismus. Zentralblatt für die gesamte Physiologie und Pathologie des Stoffwechsels 1907, No. 21.
3. Lohrisch, Der Vorgang der Zellulose- und Hemizelluloseverdauung beim Menschen und der Nährwert dieser Substanzen für den menschlichen Organismus. Zeitschrift für experimentelle Pathologie und Therapie 1908, Bd. V.
4. Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. I. Heft, 1860.
5. Henneberg und Stohmann, ebendaselbst II. Heft, 1864.
6. Kühn, Aronstein und Schulze, Bericht über die auf der landwirtschaftlichen Versuchsstation Weende ausgeführten Versuche. Journal für Landwirtschaft 1866, 14. Jahrgang.
7. Zuntz, Gesichtspunkte zum kritischen Studium der neueren Arbeiten auf dem Gebiete der Ernährung. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1879, Bd. 8.
8. Tappeiner, Untersuchungen über die Gärung der Zellulose, im besonderen über deren Lösung im Darmkanale. Zeitschrift für Biologie 1884, Neue Folge, Bd. II.
9. Henneberg und Stohmann, Über die Bedeutung der Zellulosegärung für die Ernährung der Tiere. Ebendaselbst 1885, Neue Folge, Bd. III.

10. v. Knieriem, Über die Verwertung der Zellulose im tierischen Organismus. Ebendaselbst.
11. Weiske, B. Schulze und Flechsig, Kommt der Zellulose eiweisssparende Wirkung bei der Ernährung der Herbivoren zu? Ebendaselbst 1886, Neue Folge, Bd. IV.
12. E. v. Wolff, Versuche über das Verhalten von Rauhfutter einerseits und von Kraftfutter andererseits zur Leistungsfähigkeit des Pferdes. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1887, Bd. XI. Suppl. III.
13. Lehmann, Versuche über die Bedeutung der Zellulose als Nährstoff. Journal für Landwirtschaft 1889, 37. Jahrgang.
14. Holdefleiss, Die Bedeutung des verdauten Anteils der Rohfaser für die tierische Ernährung. Berichte aus dem physiolog. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle 1895, 12. Heft.
15. Kellner, Untersuchungen über den Stoff- und Energieumsatz des erwachsenen Rindes bei Erhaltungs- und Produktionsfutter. Landwirtschaftliche Versuchsstationen 1900, Bd. LIII.
16. Scheunert und Lötsch, Vermag der Hund Zellulose oder Rohfaser zu verdauen? Biochemische Zeitschrift. Beiträge zur chem. Physiologie und Pathologie. 20. Bd., 1. u. 2. Heft.
17. Biedermann und Moritz, Über ein zelluloselösendes Enzym im Darmkanal der Schnecke (Helix pomatia) Pflüg. Archiv 73, 1898.
18. Weiske, Untersuchungen über die Verdaulichkeit der Zellulose beim Menschen. Zeitschrift für Biologie 1870, Bd. VI.
19. Ad. Schmidt und Lohrisch, Über die Bedeutung der Zellulose für den Kraftwechsel schwerer Diabetiker. Vortrag, gehalten auf der 24. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, Dresden 1907.

20. Ellenberger und Hofmeister, Über die Verdauungssäfte und die Verdauung des Pferdes. Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde, Bd. VII—XII.
21. Scheunert, Beiträge zur Kenntnis der Zelluloseverdauung im Blinddarm und des Enzymegehaltes des Coecalsekretes. Zeitschrift für physiolog. Chemie 1906, Bd. 48.
22. Omeliansky, Über die Gärung der Zellulose. Zentralblatt für Bakteriologie Abt. II, Bd. XIII.
23. Ankersmit, Untersuchungen über die Bakterien im Verdauungskanal des Rindes. Ebendaselbst 1905, Bd. XXXIX und 1906, Bd. XL.
24. v. Hoesslin und Lesser, Über die Zersetzung der Zellulose durch den Inhalt des Coecums des Pferdes. Zeitschrift für Biologie, Bd. LIV, 1910.
25. Tollens, Über die in den Pflanzenstoffen und besonders den Futtermitteln enthaltene Pentosane, ihre Bestimmungsmethoden und Eigenschaften. Journal für Landwirtschaft 1896, 44. Jahrgang.
26. Ad. Schmidt und J. Strassburger, Die Faeces des Menschen. 2. Auflage. Berlin 1905.
27. Nothnagel, Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Darmes. Berlin 1884.
28. Kemp, Über Versuche aus Gärungsstühlen den Granulobazillus saccharobutyricus zu züchten. Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, Bd. XLVIII, 1908.
29. Grassberger und Schattenfroh, Über Buttersäuregärung. Archiv für Hygiene, Bd. 37, 42, 44, Münchner mediz. Wochenschrift 1902, Nr. 38.

Lebenslauf.

Am 26. März 1883 wurde ich, Cäsar Gustav Cramer, als Sohn des Kaufmanns Cäsar Cramer zu Grossbreitenbach Schw.-S. geboren. Nachdem ich zuerst die Schule meines Heimatortes besucht hatte, habe ich von Ostern 1895 ab das Fürstl. Gymnasium zu Arnstadt besucht, welches ich am 10. September 1903 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Sodann widmete ich mich 11 Semester dem Studium der Medizin an den Universitäten Halle a. S. und Kiel. In Halle war ich zunächst vom W. S. 1903/04 bis zum S. S. 1907. Hier erledigte ich im W. S. 1903/04 das erste Militärdienst-halbjahr beim Füsilier-Regt. General Feldmarschall Graf Blumenthal (Magdebg.) Nr. 36 und bestand am 1. März 1907 die ärztliche Vorprüfung. Im S. S. 1907 studierte ich in Kiel und kehrte dann wieder nach Halle zurück, wo ich am 5. Juni 1909 die ärztliche Staatsprüfung bestand. Vom 18. Juni bis 31. Juli 1909 war ich als Medizinalpraktikant an der Medizinischen Klinik in Halle tätig, sodann vom 1. August 1909 bis zum 17. Juni 1910 im Evangelischen Krankenhause zu Langenberg (Rhld.). Am 18. Juni 1910 erhielt ich die Approbation als Arzt. Am 2. August 1910 bestand ich das Colloquium.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen, Kurse und Kliniken folgender Herren Professoren und Dozenten:

Anton, Bernstein, v. Bramann, Conrad, Dorn, Eberth, Eisler, Fischer, Fraenkel, Frese, Freund, Fromme, Gebhardt, Grenacher, Haasler, Harnack,

Helfrich, Holzapfel, Klebs, v. Mering †, Mohr, Oberst, Petersen †, Quinke, Roux, Ad. Schmidt, Schmidt-Rimpler, Schulz, Schwartze, Sobernheim, Stieda, Stöltzner, Tomasczewski, Veit, Volhardt †, Vorländer, Werth, Winternitz, Wullstein, Wüst.